

(51)Int.Cl. ⁸	識別記号	F I	
G 0 5 D 3/12	3 0 4	G 0 5 D 3/12	3 0 4
G 0 5 B 19/19		G 0 5 B 19/19	L
G 0 5 D 3/00		G 0 5 D 3/00	Q
H 0 2 P 7/67		H 0 2 P 7/67	A

審査請求 有 請求項の数3 F D (全 11 頁)

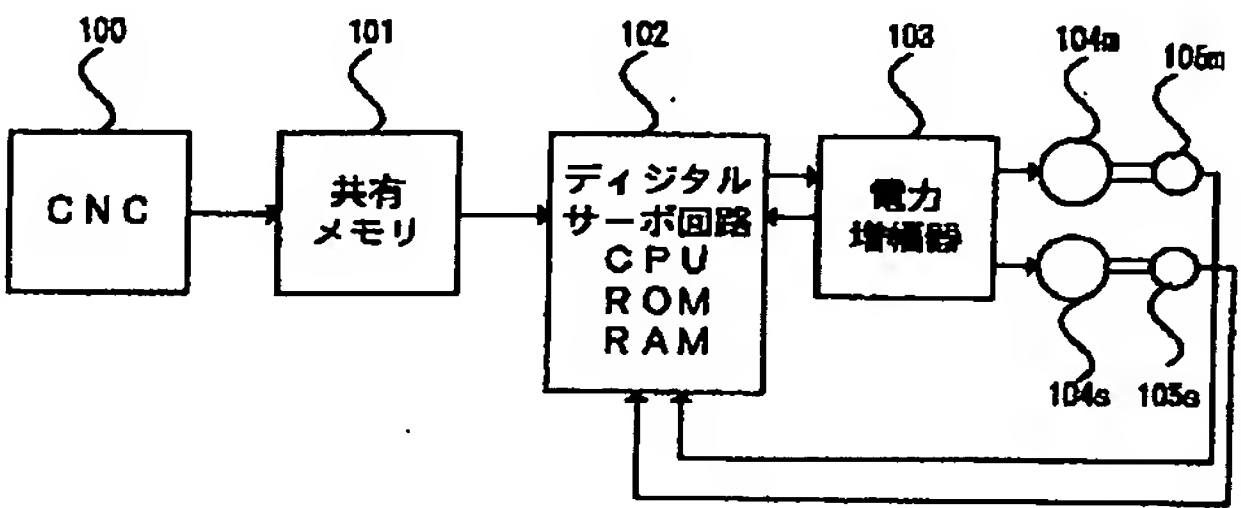
(21)出願番号	特願平10-125369	(71)出願人	390008235 ファナック株式会社 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地
(22)出願日	平成10年(1998)4月21日	(72)発明者	園田 直人 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック株式会社内
		(72)発明者	豊沢 雪雄 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック株式会社内
		(72)発明者	前田 和臣 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック株式会社内
		(74)代理人	弁理士 竹本 松司 (外4名)

(54)【発明の名称】 複数のサーボモータの制御方法

(57)【要約】

【課題】 1つの駆動系を1つの主サーボモータと少なくとも1つの従サーボモータとの複数のサーボモータで制御するサーボモータの制御方法において、応答性が良好で高精度な同期制御を行い、繰り返し制御を行う場合において、簡易な構成でかつ各軸間の干渉の発生を防止し、また、複数のサーボモータについて連結駆動と独立駆動の切り換えを容易に行う。

【解決手段】 1つの駆動系を複数のサーボモータで駆動する場合、複数のサーボモータを1つの主サーボモータとその他の従サーボモータの関係とし、位置制御については主サーボモータ側で行い、速度制御及び電流制御については各サーボモータ毎に行い、従サーボモータの速度指令は、主サーボモータ側の速度指令を主サーボモータ側と従サーボモータ側の位置偏差に基づいて位置補正したものを用いる。これにより、応答性を向上させ、高精度な同期制御を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 1つの駆動系を 1つの主サーボモータと少なくとも 1つの従サーボモータとの複数のサーボモータで制御するサーボモータの制御方法において、主サーボモータを制御する主サーボ回路は、該主サーボ回路の位置制御によって全サーボモータのサーボ回路に共通する 1つの速度指令を出力し、全サーボモータのサーボ回路は、各サーボ回路毎に前記共通の速度指令を用いてそれぞれ独立して速度制御及び電流制御を行い、前記速度制御及び電流制御において、従サーボモータを制御する従サーボ回路は、主サーボ回路の位置帰還値と該各従サーボ回路の位置帰還値との差分に位置制御と同じ値のゲインを乗じて位置補正值を求め、該位置補正值を用いて前記速度指令を位置補正し、該位置補正で補正した速度指令値を用いて該従サーボ回路毎に速度制御及び電流制御を行う、複数のサーボモータの制御方法。

【請求項 2】 1つの駆動系を 1つの主サーボモータと少なくとも 1つの従サーボモータとの複数のサーボモータで制御するサーボモータの制御方法において、主サーボモータに対して従サーボモータを従属させて制御する場合には、主サーボモータを制御する主サーボ回路は、該主サーボ回路の位置制御によって全サーボモータのサーボ回路に共通する 1つの速度指令を出力し、全サーボモータのサーボ回路は、各サーボ回路毎に前記共通の速度指令を用いてそれぞれ独立して速度制御及び電流制御を行い、前記速度制御及び電流制御において、従サーボモータを制御する従サーボ回路は、主サーボ回路の位置帰還値と該各従サーボ回路の位置帰還値との差分に位置制御と同じ値のゲインを乗じて位置補正值を求め、該位置補正值を用いて前記速度指令を補正する位置補正を行い、該位置補正で補正した速度指令を用いて該従サーボ回路毎に速度制御及び電流制御を行い、主サーボモータと従サーボモータとを独立して制御する場合には、前記位置補正において、主サーボ回路の位置帰還値に代えて位置指令を用い、前記主サーボ回路の速度指令を用いずに前記位置補正で得られる位置補正值を速度指令として速度制御及び電流制御を行い、前記位置補正において、位置帰還値と位置指令との切り換えと主サーボ回路の速度指令の入力切り換えの切り換えによって、主サーボモータと従サーボモータの独立制御及び従属制御の切り換えを行う、複数のサーボモータの制御方法。

【請求項 3】 前記位置制御において、位置指令と位置帰還値との位置偏差に対して周期成分の補正を行い、該補正した位置偏差を用いて位置制御を行う、請求項 1、又は 2 記載の複数のサーボモータの制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、数値制御装置（N

C装置）で制御される工作機械、産業用機械、及びロボット等の駆動源として使用される ACサーボモータの制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術】クランク研削盤の C 軸のように、大型のワークを 1つのサーボモータで駆動する場合には、ワークは加工外乱によって捻れるが生じる場合がある。このようなワークの捻れは、加工精度に影響を与えることになる。

【0003】従来、このようなワークの捻れに対して、ワークの両端に 2つのサーボモータを配置し、両サーボモータの同期が保たれる様に駆動し、これによって、ワークの捻れを低減させている。

【0004】従来、このような駆動では、1つの駆動系を互いに連結された 2つのサーボモータを同期制御して行うことが知られている。図 1 1 は従来の 2つのサーボモータを同期制御を説明する概略ブロック図である。図 1 1 において、図示しないワークに連結されるメイン軸及びサブ軸には、それぞれメインサーボモータ 2 5 とサブサーボモータ 3 5 が設けられ、メインサーボモータ 2 5 はメイン側サーボ回路 2 で制御され、他方のサブサーボモータ 3 5 はサブ側サーボ回路 3 で制御される。各サーボ回路 2, 3 は、それぞれ位置制御器 2 1, 3 1、速度制御器 2 2, 3 2、及び電流制御器 2 3, 3 3 を備え、数値制御装置側から与えられる同じ位置指令が与えられる。

【0005】図 1 1 に示す制御では、メインサーボモータ 2 5 とサブサーボモータ 3 5 との同期ずれを補正するために、メインサーボモータ 2 5 とサブサーボモータ 3 5 とに設けたエンコーダ 2 6、3 6 から各位置フィードバック値を求め、該位置フィードバック値を用いて補正量を求め、この補正量をサブ側サーボ回路 3 側の位置指令に加えるという補正を行っている。

【0006】また、サーボモータの駆動では高精度な制御が必要とされる場合がある。このような高精度制御において、たとえば、クランク研削盤の C 軸駆動のような所定周期で繰り返される駆動では、この所定周期成分を補正する繰り返し制御を行う、一種の学習制御を適用することが知られている。

【0007】図 1 2 は、サーボ回路に繰り返し制御を適用した構成を示し、メイン側サーボ回路 2 及びサブ側サーボ回路 3 のそれぞれに繰り返し制御器 2 7, 3 7 を設け、各サーボモータ毎に繰り返し制御を行う構成としている。ここで、繰り返し制御器 5 は、位置指令と位置フィードバック値との位置偏差を入力し、出力を位置偏差に戻すことによって、位置偏差の周期成分を補正している。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】従来、1つの駆動系を 1つのメインモータ（主サーボモータ）と少なくとも 1

つのサブモータ（従サーボモータ）との複数のサーボモータで制御する場合、各サーボモータを制御する複数のサーボ回路に対して、図 1 1 に示すように、数値制御装置側において位置指令の補正を行い、これによって、メインモータとサブモータの同期ずれを防止している。しかしながら、従来の制御方法では、位置指令の補正を数値制御装置側で行っているため、応答性が悪く、高精度な同期制御が困難であるという問題がある。

【0 0 0 9】また、繰り返し制御を行う場合には、メイン軸とサブ軸のそれぞれの位置制御器に対して繰り返し制御器を付加する構成であるため、繰り返し制御器の構成要素である遅れ要素メモリが大きくなり、ハードウェア上の実装面積やコストに影響したり、また、逆に実装面積やコストを抑えると、制御の精度が低下するという問題がある。また、メイン軸とサブ軸を同一のプロセッサで処理すると、処理時間が増加することになり、高速のプロセッサを用いるハードウェアやコストの制約が大きくなるという問題もある。

【0 0 1 0】さらに、複数個の繰り返し制御器によって各サーボモータの位置制御を行うため、剛性の高い機械では各軸間で干渉が起こり、ワークの位置偏差の収束性が低下するという問題がある。

【0 0 1 1】また、クランク研削盤の C 軸に適用する場合には、ワークの脱着を行うために、モータの連結が解除される場合があり、このよう場合には、メインモータとサブモータとはそれぞれ独立して動作する必要がある。従来の制御方法では、連結駆動と独立駆動の切り換えが困難であるという問題がある。

【0 0 1 2】そこで、本発明は従来の問題点を解決し、応答性が良好で高精度な同期制御を行うことを第 1 の目的とし、複数のサーボモータについて連結駆動と独立駆動の切り換えを容易にすることを第 2 の目的とし、また、繰り返し制御を行う場合において、簡易な構成でかつ各軸間の干渉の発生を防止することを第 3 の目的とする。

【0 0 1 3】

【課題を解決するための手段】本発明の複数のサーボモータの制御方法は、1つの駆動系を複数のサーボモータで駆動する場合、複数のサーボモータを1つの主サーボモータとその他の従サーボモータの関係とし、位置制御については主サーボモータ側で行い、速度制御及び電流制御については各サーボモータ毎に行い、従サーボモータの速度指令は、主サーボモータ側の速度指令を主サーボモータ側と従サーボモータ側の位置偏差に基づいて位置補正したものをを用いるものである。そして、位置指令の補正をサーボ回路側で行うことによって応答性を向上させ、位置補正で得た速度指令を用いて従サーボモータ側の速度制御及び電流制御を行うことによって高精度な同期制御を行うことができる。

【0 0 1 4】また、主サーボモータ側の位置制御のみに

対して繰り返し制御を行うことによって、構成を簡易なものとし、かつ各軸間の干渉の発生を防止する。

【0 0 1 5】さらに、位置補正において、主モータ側から入力する位置データとして、位置指令と主軸の位置帰還値とを切り換えることによって、連結駆動と独立駆動の切り換えを可能とする。

【0 0 1 6】本発明の複数のサーボモータの制御方法の第 1 の形態は、1つの駆動系を1つの主サーボモータと少なくとも1つの従サーボモータとの複数のサーボモータで制御するサーボモータの制御方法において、主サーボモータを制御する主サーボ回路は、該主サーボ回路の位置制御によって全サーボモータのサーボ回路に共通する1つの速度指令を出力し、全サーボモータのサーボ回路は、各サーボ回路毎に前記共通の速度指令を用いてそれぞれ独立して速度制御及び電流制御を行い、前記速度制御及び電流制御において、従サーボモータを制御する従サーボ回路は、主サーボ回路の位置帰還値と該各従サーボ回路の位置帰還値との差分に位置制御と同じ値のゲインを乗じて位置補正值を求め、該位置補正值を用いて前記速度指令を位置補正し、該位置補正で補正した速度指令値を用いて該従サーボ回路毎に速度制御及び電流制御を行うものである。

【0 0 1 7】これによれば、複数のサーボモータの内、位置制御はサーボ回路側で、かつ、主サーボ回路のみで行うことによって応答性を向上させることができる。従サーボモータの位置制御は従サーボ回路では行わず、主サーボ回路の位置制御で得た速度指令を共用することによって行う。そして、主サーボ回路側で求めた速度指令を、主サーボモータ側と従サーボモータ側の位置偏差に基づいて位置補正し、この補正した速度指令を用いて各従サーボモータの速度制御を行うことによって、同期制御を可能とする（請求項 1 に対応）。

【0 0 1 8】本発明の複数のサーボモータの制御方法の第 2 の形態は、1つの駆動系を1つの主サーボモータと少なくとも1つの従サーボモータとの複数のサーボモータで制御するサーボモータの制御方法において、主サーボモータに対して従サーボモータを従属させて制御する場合には、主サーボモータを制御する主サーボ回路は、該主サーボ回路の位置制御によって全サーボモータのサーボ回路に共通する1つの速度指令を出力し、全サーボモータのサーボ回路は、各サーボ回路毎に前記共通の速度指令を用いてそれぞれ独立して速度制御及び電流制御を行い、前記速度制御及び電流制御において、従サーボモータを制御する従サーボ回路は、主サーボ回路の位置帰還値と該各従サーボ回路の位置帰還値との差分に位置制御と同じ値のゲインを乗じて位置補正值を求め、該位置補正值を用いて前記速度指令を補正する位置補正を行い、該位置補正で補正した速度指令を用いて該従サーボ回路毎に速度制御及び電流制御を行う。

【0 0 1 9】また、主サーボモータと従サーボモータと

を独立して制御する場合には、前記位置補正において、主サーボ回路の位置帰還値に代えて位置指令を用い、前記主サーボ回路の速度指令を用いずに前記位置補正で得られる位置補正值を速度指令として速度制御及び電流制御を行う。

【0020】そして、主サーボモータと従サーボモータの独立制御及び従属制御の切り換えは、位置補正において、位置帰還値と位置指令との切り換えと主サーボ回路の速度指令の入力切り換えの切り換えによって、主サーボモータと従サーボモータの独立制御及び従属制御の切り換えの2つの切り換えを同期させる。

【0021】これによれば、位置補正において入力する信号を切り換えるだけで、主サーボモータと従サーボモータの独立制御及び従属制御の切り換えを行うことができる。また、この切り換えにおいて独立制御に切り換えた場合、主サーボモータの位置帰還値と各従サーボモータの位置帰還値との差分を位置制御と同じ値でゲイン倍することによって、この位置補正からは位置制御を行ったと同様の速度指令を得ることができ、位置の同期を保つことができる。

【0022】したがって、第2の形態によれば、複数のサーボモータについて連結駆動と独立駆動の切り換えを容易に行うことができ、切り換え後の各駆動においても、各サーボモータを良好に制御することができる（請求項2に対応）。

【0023】本発明の複数のサーボモータの制御方法の第3の形態は、サーボモータの位置制御において、位置指令と位置帰還値との位置偏差に対して周期成分の補正を行い、この補正した位置偏差を用いて位置制御を行うものであり、サーボモータが周期的な動作を行う場合に、位置指令と位置帰還値との差分で得られる周期的な位置偏差を求め、この周期成分を補正するように位置制御を行うものである。

【0024】この周期成分の補正は、位置指令と位置帰還値との差分をサンプリング周期毎に積算する繰り返し制御によって求めることができる（請求項3に対応）。

【0025】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図を参照しながら詳細に説明する。図1は本発明を適用することができるサーボモータ制御系のブロック図であり、複数のサーボモータとしてメインサーボモータとサブサーボモータの2つのサーボモータを連結した構成を示している。なお、デジタルサーボ制御を行う装置構成は従来のものと同一構成であるため概略的に示している。

【0026】図1において、100はコンピュータを内蔵した数値制御装置（CNC）、101は共有RAM、102はプロセッサ（CPU）、ROM、RAM等を有するデジタルサーボ回路、103はトランジスタインバータ等の電力増幅器、104mはメインサーボモータ、104sはサブサーボモータ、105m、105s

はメインサーボモータ104m及びサブサーボモータ104sの回転とともにパルスが発生し、ロータ位相を検出するエンコーダである。メインサーボモータ104mとサブサーボモータ104sは図示しないワークに連結され、1つの駆動系を構成している。

【0027】デジタルサーボ回路のプロセッサ102は、数値制御装置100から指令された位置指令（または速度指令）を共有RAM101を介して読みとり、位置ループ処理、速度ループ処理、及び電流ループ処理を行う。

【0028】位置指令からエンコーダ105m、105sで検出される位置フィードバック値を減じて位置偏差を求め、該位置偏差にポジションゲインを乗じて位置ループ制御を行って速度指令を求め、この速度指令から速度フィードバック値を減じて速度偏差を求め、比例、積分制御等の速度ループ処理を行ってトルク指令（電流指令）を求める。さらにこのトルク指令から電流フィードバック値を減じて、電流ループ処理を行い、各相の電圧指令を求めてPWM制御等を行ってサーボモータ104m及びサブサーボモータ104sの駆動制御を行う。

【0029】はじめに、本発明の第1の形態について説明する。図2、図3は本発明の第1の形態を説明するためのブロック図及びフローチャートである。なお、図2に示す構成は、2つのサーボモータによって図示しないワークを連結して駆動する場合を示し、本発明の主サーボモータをメインサーボモータとし、従サーボモータをサブサーボモータとして説明する。

【0030】図2において、メインサーボモータ25とサブサーボモータ35は図示しないワークを共有して結合され、サーボ回路1とともに該ワークを駆動する駆動系を構成する。サーボ回路1は、メインサーボモータ25を含むメイン軸側を制御するメイン軸側サーボ回路2と、サブサーボモータ35を含むサブ軸側を制御するサブ軸側サーボ回路3を備え、さらに、メイン軸側サーボ回路2とサブ軸側サーボ回路3との間には位置補正器4を備え、サブ軸側サーボ回路3に対し速度指令を与える。

【0031】メイン軸側サーボ回路2は、通常のサーボ回路と同様に、位置制御器21と速度制御器22と電流制御器23を備え、位置制御器21は数値制御装置（CNC）側から位置指令を受け取って速度指令を速度制御器22に送り、速度制御器22は速度指令を受け取ってトルク指令（電流指令）を電流制御器23に送り、電流制御器23はトルク指令を受け取って電圧指令を電力増幅器24に送る。電力増幅器24は電圧指令に基づいてメインサーボモータ25を駆動する。なお、メインエンコーダ26はメインサーボモータ25の速度及び位置を検出して、速度フィードバック値及び位置フィードバック値をメイン軸側サーボ回路2にフィードバックする。また、電流フィードバック値は電力増幅器24からメイ

ン軸側サーボ回路2にフィードバックされる。

【0032】これに対して、サブ軸側サーボ回路3は、通常のサーボ回路と異なり位置制御器を備えず、速度制御器32と電流制御器33を備え、速度制御器32は位置補正器4から速度指令を受け取ってトルク指令（電流指令）を電流制御器33に送り、電流制御器33はトルク指令を受け取って電圧指令を電力増幅器34に送る。電力増幅器34は電圧指令に基づいてサブサーボモータ35を駆動する。なお、サブエンコーダ36はサブサーボモータ35の速度及び位置を検出し、速度フィードバック値及び位置フィードバック値をサブ軸側サーボ回路3にフィードバックする。

【0033】位置補正器4は、メインサーボモータの位置フィードバック値とサブサーボモータの位置フィードバック値とを入力してその差分を求め、該差分に位置補正ゲインを乗じ、この値を用いてメイン軸側サーボ回路2の位置制御器21から入力した速度指令の補正を行い、補正した速度指令をサブ軸側サーボ回路3に入力する。したがって、この位置補正器4は、メインサーボモータとサブサーボモータとの位置ずれを補償し、両サーボモータの同期を合わせる働きをする。また、この位置補正器4は、サブ軸側サーボ回路3の位置制御器としての機能を備え、速度制御器32に対して、メインサーボモータとサブサーボモータの同期合わせを行うための補正を施した速度指令を与える。

【0034】図3は図2に示すサーボ回路の動作を説明するためのフローチャートである。なお、図3のフローチャートは、本発明の第1の態様と第2の態様を説明するものであり、ステップS5、6は第2の態様で行う繰り返し制御の工程である。そこで、本発明の第1の態様では、図3中のステップS5、6の工程を飛ばして説明する。

【0035】位置補正器4は、メインエンコーダ26からメイン軸側の位置フィードバック値 P_{fbm} を取り込み、また、サブエンコーダ36からサブ軸側の位置フィードバック値 P_{fbs} を取り込む（ステップS1）。位置補正器4は、取り込んだ位置フィードバック値 P_{fbm} と位置フィードバック値 P_{fbs} との位置偏差 $\Delta P (= P_{fbm} - P_{fbs})$ を求める。この位置偏差 ΔP は、メイン軸とサブ軸の軸間の位置偏差を表している（ステップS2）。位置補正器4は、さらに、位置偏差 ΔP に位置補正ゲイン k を乗じて位置補正 $C (= \Delta P \times k)$ を求める（ステップS3）。

【0036】一方、メイン軸側サーボ回路2は、数値制御装置側から位置指令 P_c を取り込むとともに、メインエンコーダ26からメイン軸側の位置フィードバック値 P_{fbm} を取り込み、位置指令 P_c から位置フィードバック値 P_{fbm} を減じて、位置偏差 $dP (= P_c - P_{fbm})$ を求める（ステップS4）。メイン軸側サーボ回路2は、位置制御器21において、位置偏差 dP にポジショニング

イン K を乗じてメイン軸の速度指令 $v_{cm} (= dP \times K)$ を求める（ステップS7）。また、メイン軸側サーボ回路2は、メインエンコーダ26から速度フィードバック値 v_{fbm} を取り込み（ステップS8）、速度制御器22において、速度指令 v_{cm} と速度フィードバック値 v_{fbm} との偏差を速度制御処理を行って、メイン軸のトルク指令（電流指令） I_{cm} を求める（ステップS9）。

【0037】位置補正器4は、前記ステップS7においてメイン軸側サーボ回路2で得られた速度指令 v_{cm} に、前記ステップS3で求めた位置補正 C を加えることによって速度指令 v_{cm} を補正し、この値をサブ軸の速度指令 $v_{cs} (= v_{cm} + C)$ とする（ステップS10）。サブ軸側サーボ回路3は、位置補正器4から速度指令 v_{cs} を取り込むとともに、ステップS8においてサブエンコーダ36から取り込んだ速度フィードバック値 v_{fbs} を用いてその偏差 $(= v_{cs} - v_{fbs})$ を求め、速度制御器32によって速度制御処理を行い、サブ軸のトルク指令 I_{cs} （電流指令）を求める（ステップS11）。

【0038】メイン軸側サーボ回路2及びサブ軸側サーボ回路3は、それぞれの電力増幅器24、34から電流フィードバック値 I_{fbm} と I_{fbs} とを取り込み（ステップS12）、各サーボ回路2、3の電流制御器23、33においてメイン軸側及びサブ軸側の電流制御処理を行い、メイン軸側の電圧指令 V_{cm} 及びサブ軸側の電圧指令 V_{cs} を求める（ステップS13）。

【0039】メイン軸側サーボ回路2の電流制御器23は、電圧指令 V_{cm} を電力増幅器24に与えてメインサーボモータ25を駆動し、サブ軸側サーボ回路3の電流制御器33は、電圧指令 V_{cs} を電力増幅器34に与えてサブサーボモータ35を駆動する（ステップS14）。前記ステップS1～ステップS13の処理を所定周期で繰り返す（ステップS15）。

【0040】上記工程によって、メインサーボモータ及びサブサーボモータは、位置補正器4によって、サーボ回路1側で位置ずれの補正を高速で行うことができる。次に、本発明の第2の形態について説明する。図4は本発明の第2の形態を説明するためのブロック図である。

【0041】本発明の第2の形態は、メインサーボモータとサブサーボモータとを連結駆動状態と独立駆動状態とを切り替え可能とするものである。第2の形態において、この駆動状態の切り替えは、位置補正器4に切り替え機能を組み込むことによって行うことができる。

【0042】図4は、切り替え機能を組み込んだ位置補正器4の一構成例である。図4(a)において、位置補正器4は、位置補正ゲインの項41と、該位置補正ゲインの項41に対する入力の切り替えを行う切り替え手段42とを備える。切り替え手段42は、位置補正ゲインの項41に対して、数値制御装置からの位置指令と、メイン軸側の位置フィードバック値とを切り替えて入力する第1の動作と、また、位置補正ゲインの項41の出力

側に対して、メイン軸側サーボ回路 2 からの速度指令を入力するオンオフを行う第 2 の動作とを同期させて行うものであり、この切り替えによって、メインサーボモータとサブサーボモータとの連結駆動状態と独立駆動状態の切り替えを行う。

【0043】メインサーボモータとサブサーボモータとを連結駆動状態で駆動する場合には、メインサーボ回路に対してサブサーボ回路を従属させる制御を行う。この制御状態は、図 4 (a) において、切り替え手段 4 2 の切り替えによって、速度指令を位置補正ゲインの項 4 2

10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360 361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399 400 401 402 403 404 405 406 407 408 409 410 411 412 413 414 415 416 417 418 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 438 439 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 525 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 560 561 562 563 564 565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588 589 590 591 592 593 594 595 596 597 598 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648 649 650 651 652 653 654 655 656 657 658 659 660 661 662 663 664 665 666 667 668 669 670 671 672 673 674 675 676 677 678 679 680 681 682 683 684 685 686 687 688 689 690 691 692 693 694 695 696 697 698 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708 709 710 711 712 713 714 715 716 717 718 719 720 721 722 723 724 725 726 727 728 729 730 731 732 733 734 735 736 737 738 739 740 741 742 743 744 745 746 747 748 749 750 751 752 753 754 755 756 757 758 759 760 761 762 763 764 765 766 767 768 769 770 771 772 773 774 775 776 777 778 779 780 781 782 783 784 785 786 787 788 789 790 791 792 793 794 795 796 797 798 799 800 801 802 803 804 805 806 807 808 809 810 811 812 813 814 815 816 817 818 819 820 821 822 823 824 825 826 827 828 829 830 831 832 833 834 835 836 837 838 839 840 841 842 843 844 845 846 847 848 849 850 851 852 853 854 855 856 857 858 859 860 861 862 863 864 865 866 867 868 869 870 871 872 873 874 875 876 877 878 879 880 881 882 883 884 885 886 887 888 889 890 891 892 893 894 895 896 897 898 899 900 901 902 903 904 905 906 907 908 909 910 911 912 913 914 915 916 917 918 919 920 921 922 923 924 925 926 927 928 929 930 931 932 933 934 935 936 937 938 939 940 941 942 943 944 945 946 947 948 949 950 951 952 953 954 955 956 957 958 959 960 961 962 963 964 965 966 967 968 969 970 971 972 973 974 975 976 977 978 979 980 981 982 983 984 985 986 987 988 989 990 991 992 993 994 995 996 997 998 999 1000 1001 1002 1003 1004 1005 1006 1007 1008 1009 1010 1011 1012 1013 1014 1015 1016 1017 1018 1019 1020 1021 1022 1023 1024 1025 1026 1027 1028 1029 1030 1031 1032 1033 1034 1035 1036 1037 1038 1039 1040 1041 1042 1043 1044 1045 1046 1047 1048 1049 1050 1051 1052 1053 1054 1055 1056 1057 1058 1059 1060 1061 1062 1063 1064 1065 1066 1067 1068 1069 1070 1071 1072 1073 1074 1075 1076 1077 1078 1079 1080 1081 1082 1083 1084 1085 1086 1087 1088 1089 1090 1091 1092 1093 1094 1095 1096 1097 1098 1099 1100 1101 1102 1103 1104 1105 1106 1107 1108 1109 1110 1111 1112 1113 1114 1115 1116 1117 1118 1119 1120 1121 1122 1123 1124 1125 1126 1127 1128 1129 1130 1131 1132 1133 1134 1135 1136 1137 1138 1139 1140 1141 1142 1143 1144 1145 1146 1147 1148 1149 1150 1151 1152 1153 1154 1155 1156 1157 1158 1159 1160 1161 1162 1163 1164 1165 1166 1167 1168 1169 1170 1171 1172 1173 1174 1175 1176 1177 1178 1179 1180 1181 1182 1183 1184 1185 1186 1187 1188 1189 1190 1191 1192 1193 1194 1195 1196 1197 1198 1199 1200 1201 1202 1203 1204 1205 1206 1207 1208 1209 1210 1211 1212 1213 1214 1215 1216 1217 1218 1219 1220 1221 1222 1223 1224 1225 1226 1227 1228 1229 1230 1231 1232 1233 1234 1235 1236 1237 1238 1239 1240 1241 1242 1243 1244 1245 1246 1247 1248 1249 1250 1251 1252 1253 1254 1255 1256 1257 1258 1259 1260 1261 1262 1263 1264 1265 1266 1267 1268 1269 1270 1271 1272 1273 1274 1275 1276 1277 1278 1279 1280 1281 1282 1283 1284 1285 1286 1287 1288 1289 1290 1291 1292 1293 1294 1295 1296 1297 1298 1299 1300 1301 1302 1303 1304 1305 1306 1307 1308 1309 1310 1311 1312 1313 1314 1315 1316 1317 1318 1319 1320 1321 1322 1323 1324 1325 1326 1327 1328 1329 1330 1331 1332 1333 1334 1335 1336 1337 1338 1339 1340 1341 1342 1343 1344 1345 1346 1347 1348 1349 1350 1351 1352 1353 1354 1355 1356 1357 1358 1359 1360 1361 1362 1363 1364 1365 1366 1367 1368 1369 1370 1371 1372 1373 1374 1375 1376 1377 1378 1379 1380 1381 1382 1383 1384 1385 1386 1387 1388 1389 1390 1391 1392 1393 1394 1395 1396 1397 1398 1399 1400 1401 1402 1403 1404 1405 1406 1407 1408 1409 1410 1411 1412 1413 1414 1415 1416 1417 1418 1419 1420 1421 1422 1423 1424 1425 1426 1427 1428 1429 1430 1431 1432 1433 1434 1435 1436 1437 1438 1439 1440 1441 1442 1443 1444 1445 1446 1447 1448 1449 1450 1451 1452 1453 1454 1455 1456 1457 1458 1459 1460 1461 1462 1463 1464 1465 1466 1467 1468 1469 1470 1471 1472 1473 1474 1475 1476 1477 1478 1479 1480 1481 1482 1483 1484 1485 1486 1487 1488 1489 1490 1491 1492 1493 1494 1495 1496 1497 1498 1499 1500 1501 1502 1503 1504 1505 1506 1507 1508 1509 1510 1511 1512 1513 1514 1515 1516 1517 1518 1519 1520 1521 1522 1523 1524 1525 1526 1527 1528 1529 1530 1531 1532 1533 1534 1535 1536 1537 1538 1539 1540 1541 1542 1543 1544 1545 1546 1547 1548 1549 1550 1551 1552 1553 1554 1555 1556 1557 1558 1559 1560 1561 1562 1563 1564 1565 1566 1567 1568 1569 1570 1571 1572 1573 1574 1575 1576 1577 1578 1579 1580 1581 1582 1583 1584 1585 1586 1587 1588 1589 1590 1591 1592 1593 1594 1595 1596 1597 1598 1599 1600 1601 1602 1603 1604 1605 1606 1607 1608 1609 1610 1611 1612 1613 1614 1615 1616 1617 1618 1619 1620 1621 1622 1623 1624 1625 1626 1627 1628 1629 1630 1631 1632 1633 1634 1635 1636 1637 1638 1639 1640 1641 1642 1643 1644 1645 1646 1647 1648 1649 1650 1651 1652 1653 1654 1655 1656 1657 1658 1659 1660 1661 1662 1663 1664 1665 1666 1667 1668 1669 1670 1671 1672 1673 1674 1675 1676 1677 1678 1679 1680 1681 1682 1683 1684 1685 1686 1687 1688 1689 1690 1691 1692 1693 1694 1695 1696 1697 1698 1699 1700 1701 1702 1703 1704 1705 1706 1707 1708 1709 1710 1711 1712 1713 1714 1715 1716 1717 1718 1719 1720 1721 1722 1723 1724 1725 1726 1727 1728 1729 1730 1731 1732 1733 1734 1735 1736 1737 1738 1739 1740 1741 1742 1743 1744 1745 1746 1747 1748 1749 1750 1751 1752 1753 1754 1755 1756 1757 1758 1759 1760 1761 1762 1763 1764 1765 1766 1767 1768 1769 1770 1771 1772 1773 1774 1775 1776 1777 1778 1779 1780 1781 1782 1783 1784 1785 1786 1787 1788 1789 1790 1791 1792 1793 1794 1795 1796 1797 1798 1799 1800 1801 1802 1803 1804 1805 1806 1807 1808 1809 1810 1811 1812 1813 1814 1815 1816 1817 1818 1819 1820 1821 1822 1823 1824 1825 1826 1827 1828 1829 1830 1831 1832 1833 1834 1835 1836 1837 1838 1839 1840 1841 1842 1843 1844 1845 1846 1847 1848 1849 1850 1851 1852 1853 1854 1855 1856 1857 1858 1859 1860 1861 1862 1863 1864 1865 1866 1867 1868 1869 1870 1871 1872 1873 1874 1875 1876 1877 1878 1879 1880 1881 1882 1883 1884 1885 1886 1887 1888 1889 1890 1891 1892 1893 1894 1895 1896 1897 1898 1899 1900 1901 1902 1903 1904 1905 1906 1907 1908 1909 1910 1911 1912 1913 1914 1915 1916 1917 1918 1919 1920 1921 1922 1923 1924 1925 1926 1927 1928 1929 1930 1931 1932 1933 1934 1935 1936 1937 1938 1939 1940 1941 1942 1943 1944 1945 1946 1947 1948 1949 1950 1951 1952 1953 1954 1955 1956 1957 1958 1959 1960 1961 1962 1963 1964 1965 1966 1967 1968 1969 1970 1971 1972 1973 1974 1975 1976 1977 1978 1979 1980 1981 1982 1983 1984 1985 1986 1987 1988 1989 1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015 2016 2017 2018 2019 2020 2021 2022 2023 2024 2025 2026 2027 2028 2029 2030 2031 2032 2033 2034 2035 2036 2037 2038 2039 2040 2041 2042 2043 2044 2045 2046 2047 2048 2049 2050 2051 2052 2053 2054 2055 2056 2057 2058 2059 2060 2061 2062 2063 2064 2065 2066 2067 2068 2069 2070 2071 2072 2073 2074 2075 2076 2077 2078 2079 2080 2081 2082 2083 2084 2085 2086 2087 2088 2089 2090 2091 2092 2093 2094 2095 2096 2097 2098 2099 2100 2101 2102 2103 2104 2105 2106 2107 2108 2109 2110 2111 2112 2113 2114 2115 2116 2117 2118 2119 2120 2121 2122 2123 2124 2125 2126 2127 2128 2129 2130 2131 2132 2133 2134 2135 2136 2137 2138 2139 2140 2141 2142 2143 2144 2145 2146 2147 2148 2149 2150 2151 2152 2153 2154 2155 2156 2157 2158 2159 2160 2161 2162 2163 2164 2165 2166 2167 2168 2169 2170 2171 2172 2173 2174 2175 2176 2177 2178 2179 2180 2181 2182 2183 2184 2185 2186 2187 2188 2189 2190 2191 2192 2193 2194 2195 2196 2197 2198 2199 2200 2201 2202 2203 2204 2205 2206 2207 2208 2209 2210 2211 2212 2213 2214 2215 2216 2217 2218 2219 2220 2221 2222 2223 2224 2225 2226 2227 2228 2229 2230 2231 2232 2233 2234 2235 2236 2237 2238 2239 2240 2241 2242 2243 2244 2245 2246 2247 2248 2249 2250 2251 2252 2253 2254 2255 2256 2257 2258 2259 2260 2261 2262 2263 2264 2265 2266 2267 2268 2269 2270 2271 2272 2273 2274 2275 2276 2277 2278 2279 2280 2281 2282 2283 2284 2285 2286 2287 2288 2289 2290 2291 2292 2293 2294 2295 2296 2297 2298 2299 2300 2301 2302 2303 2304 2305 2306 2307 2308 2309 2310 2311 2312 2313 2314 2315 2316 2317 2318 2319 2320 2321 2322 2323 2324 2325 2326 2327 2328 2329 2330 2331 2332 2333 2334 2335 2336 2337 2338 2339 2340 2341 2342 2343 2344 2345 2346 2347 2348 2349 2350 2351 2352 2353 2354 2355 2356 2357 2358 2359 2360 2361 2362 2363 2364 2365 2366 2367 2368 2369 2370 2371 2372 2373 2374 2375 2376 2377 2378 2379 2380 2381 2382 2383 2384 2385 2386 2387 2388 2389 2390 2391 2392 2393 2394 2395 2396 2397 2398 2399 2400 2401 2402 2403 2404 2405 2406 2407 2408 2409 2410 2411 2412 2413 2414 2415 2416 2417 2418 2419 2420 2421 2422 2423 2424 2425 2426 2427 2428 2429 2430 2431 2432 2433 2434 2435 2436 2437 2438 2439 2440 2441 2442 2443 2444 2445 2446 2447 2448 2449 2450 2451 2452 2453 2454 2455 2456 2457 2458 2459 2460 2461 2462 2463 2464 2465 2466 2467 2468 2469 2470 2471 2472 2473 2474 2475 2476 2477 2478 2479 2480 2481 2482 2483 2484 2485 2486 2487 2488 2489 2490 2491 2492 2493 2494 2495 2496 2497 2498 2499 2500 2501 2502 2503 2504 2505 2506 2507 2508 2509 2510 2511 2512 2513 2514 2515 2516 2517 2518 2519 2520 2521 2522 2523 2524 2525 2526 2527 2528 2529 2530 2531 2532 2533 2534 2535 2536 2537 2538 2539 2540 2541 2542 2543 2544 2545 2546 2547 2548 2549 2550 2551 2552 2553 2554 2555 2556 2557 2558 2559 2560 2561 2562 2563 2564 2565 2566 2567 2568 2569 2570 2571 2572 2573 2574 2575 2576 2577 2578 2579 2580 2581 2582 2583 2584 2585 2586 2587 2588 2589 2590 2591 2592 2593 2594 2595 2596 2597 2598 2599 2600 2601 2602 2603 2604 2605 2606 2607 2608 2609 2610 2611 2612 2613 2614 2615 2616 2617 2618 2619 2620 2621 2622 2623 2624 2625 2626 2627 2628 2629 2630 2

ができる。

【0055】また、上記説明では、1つのサブ軸側サーボ回路3について説明しているが、メイン軸側サーボ回路2に対して複数のサブ軸側サーボ回路を設ける構成とすることができる。図7は、複数のサブ軸側サーボ回路の構成例を説明する図である。この構成では、メイン軸側サーボ回路2に対して、複数のサブ軸側サーボ回路3を並列させ、各サブ軸側サーボ回路3の位置制御器にはメイン軸側サーボ回路2から速度指令及び位置フィードバック値を与え、各サブ軸側サーボ回路3によってサブ軸側のサーボモータを駆動する。

【0056】図8は、メイン軸とサブ軸が独立に位置制御器と繰り返し制御器とを備える構成の場合のシミュレーション結果であり、メイン軸とサブ軸の位置偏差量の時間変化を示している。この場合には、位置偏差は収束するが、メイン軸とサブ軸との間には、収束するまでに大きなねじれが生じる。また、図9は1つの位置制御器と繰り返し制御器とを備える構成の場合ので駆動した場合のシミュレーション結果である。この場合には、位置偏差は収束するが、メイン軸とサブ軸とに位置偏差が発生する。

【0057】図10は本発明を適用した場合のシミュレーション結果である。これによれば、図8のシミュレーション結果と比較して繰り返し制御の偏差収束速度が改善され、図9のシミュレーション結果と比較して位置偏差が改善される。

【0058】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、応答性が良好で高精度な同期制御を行うことができ、繰り返し制御を行う場合において、簡易な構成でかつ各軸間の干渉の発生を防止することができ、また、複数のサーボモータについて連結駆動と独立駆動の切り換えを容易に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用することができるサーボモータ制御系のブロック図である。

【図2】本発明の第1の形態を説明するためのブロック図である。

【図3】本発明の第1の形態を説明するためのフローチャートである。

【図4】本発明の第2の形態を説明するためのブロック図である。

【図5】本発明の第3の形態を説明するためのブロック

図である。

【図6】本発明の第3の形態を説明するためのブロック図である。

【図7】本発明を複数のサブ軸側サーボ回路に適用した構成例を説明する図である。

【図8】メイン軸とサブ軸が独立に位置制御器と繰り返し制御器とを備える構成の場合のシミュレーション結果である。

【図9】1つの位置制御器と繰り返し制御器とを備える構成の場合ので駆動した場合のシミュレーション結果である。

【図10】本発明を適用した場合のシミュレーション結果である。

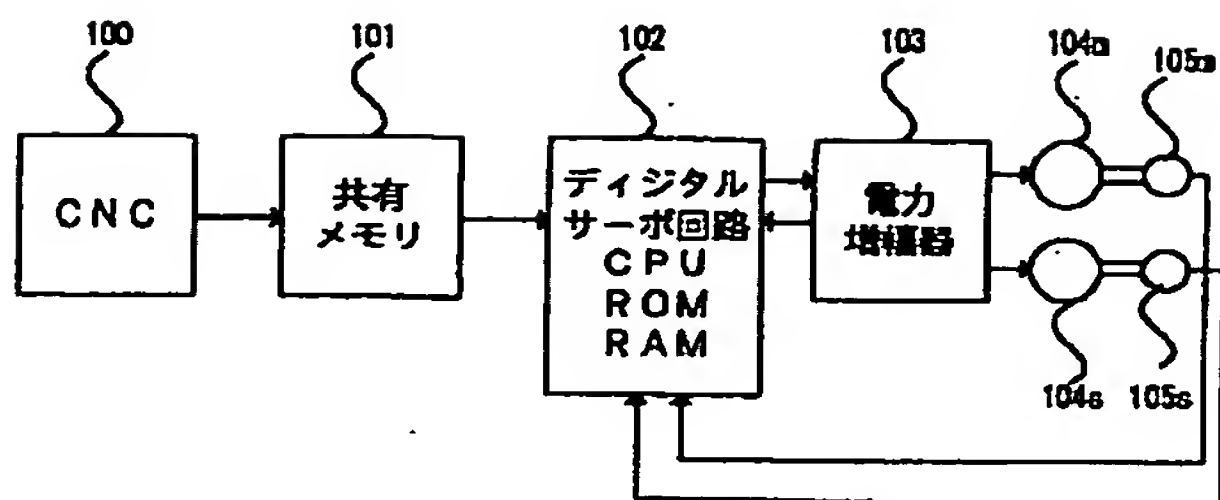
【図11】従来の2つのサーボモータを同期制御を説明する概略ブロック図である。

【図12】従来のサーボ回路に繰り返し制御を適用した構成例である。

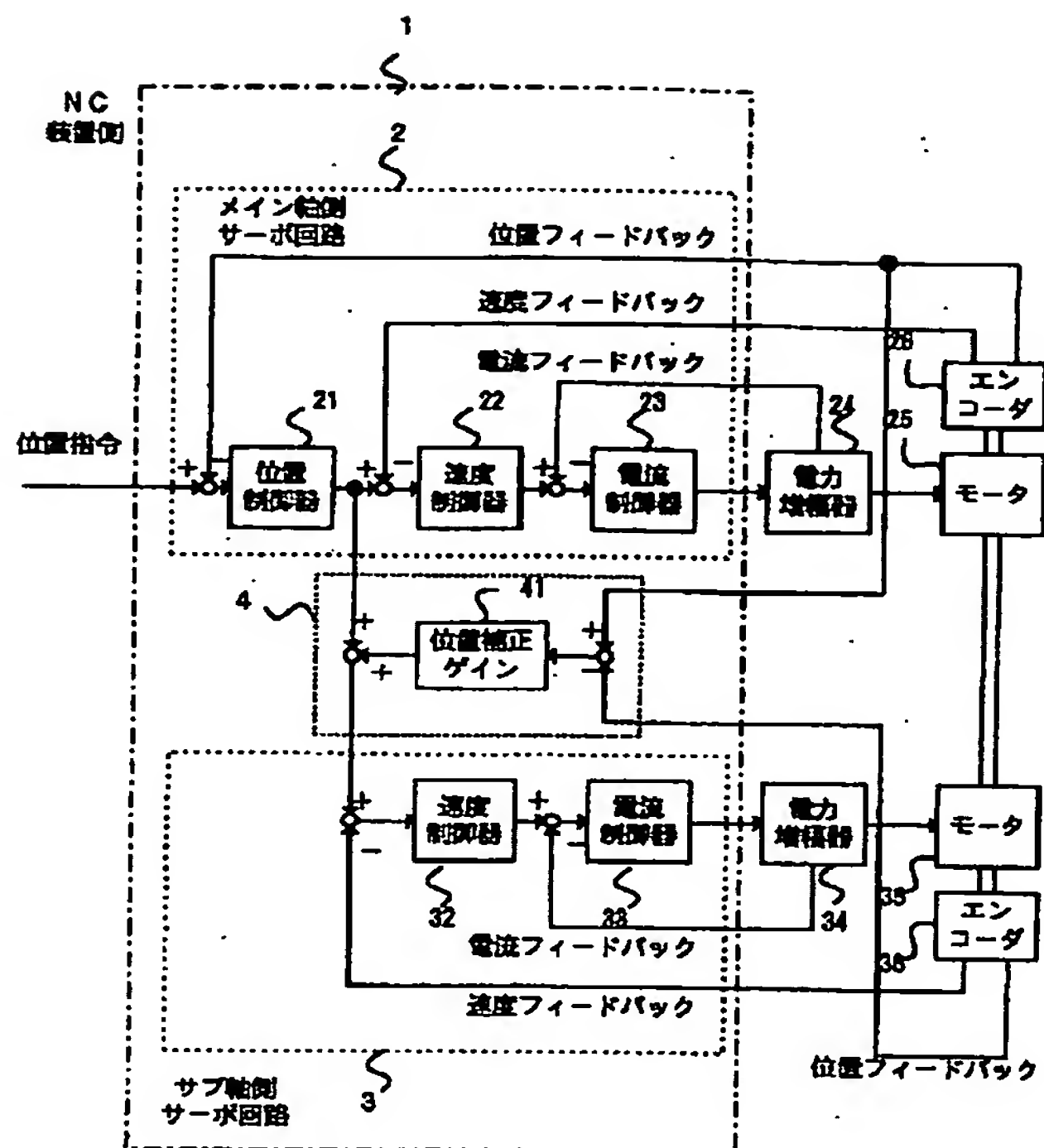
【符号の説明】

- 1 サーボ回路
- 2 メイン軸側サーボ回路
- 3 サブ軸側サーボ回路
- 4 位置補正器
- 5 繰り返し制御器
- 21 位置制御器
- 22, 32 速度制御器
- 23, 33 電流制御器
- 24, 34 電力増幅器
- 25 メインサーボモータ
- 26 メインエンコーダ
- 41 位置補正ゲインの項
- 42 切り替え手段
- 45 サブサーボモータ
- 46 サブエンコーダ
- 51 帯域制限フィルタ
- 52 遅れ要素メモリ
- 53 動特性補償要素
- 100 数値制御装置
- 101 共有メモリ
- 102 デジタルサーボ回路
- 103 電力増幅器
- 104 サーボモータ
- 105 エンコーダ

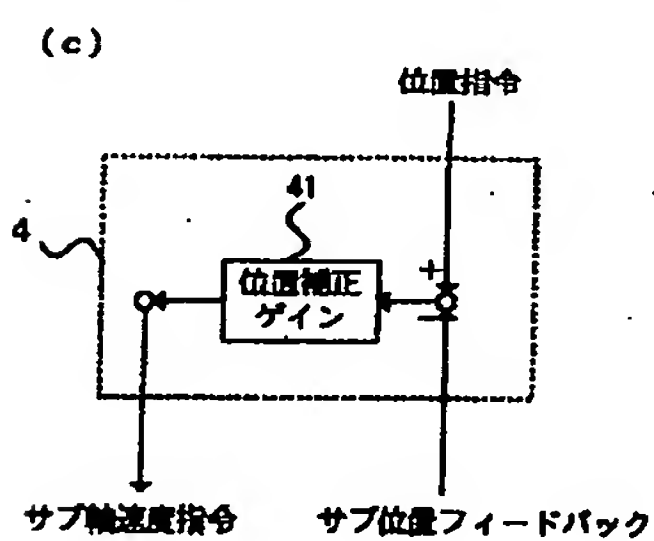
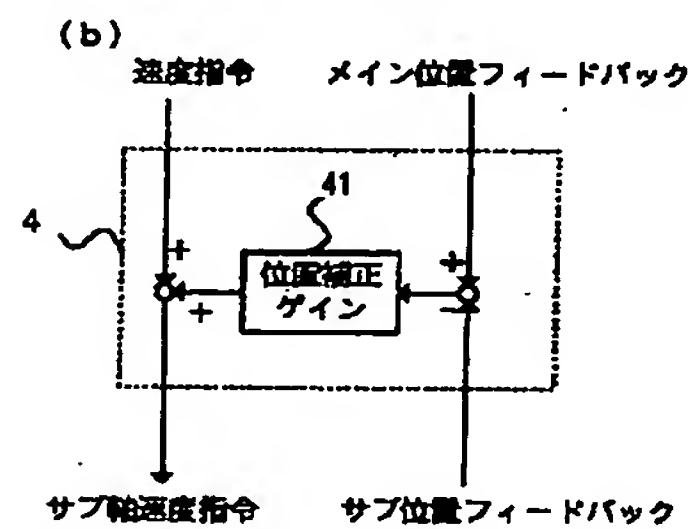
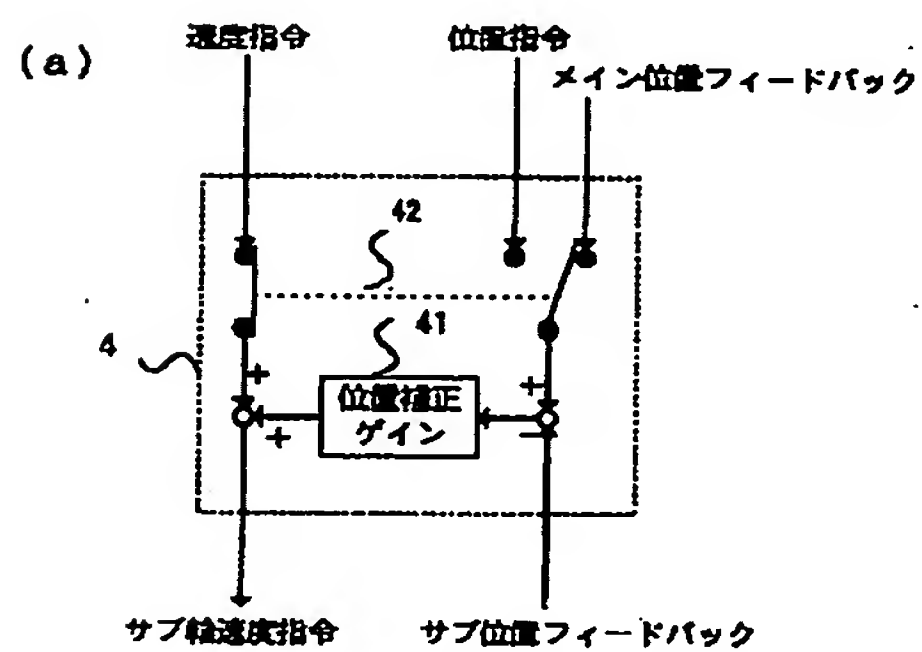
【図 1】



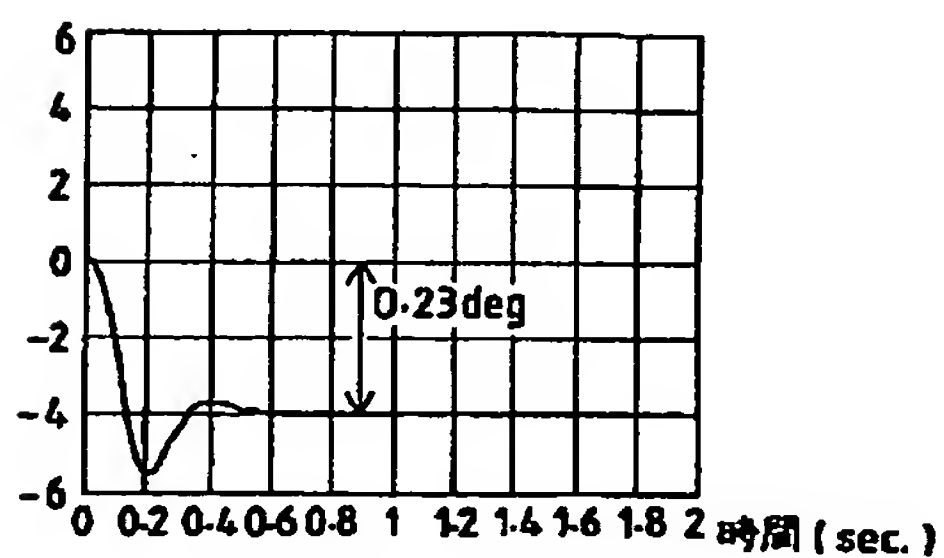
【図 2】



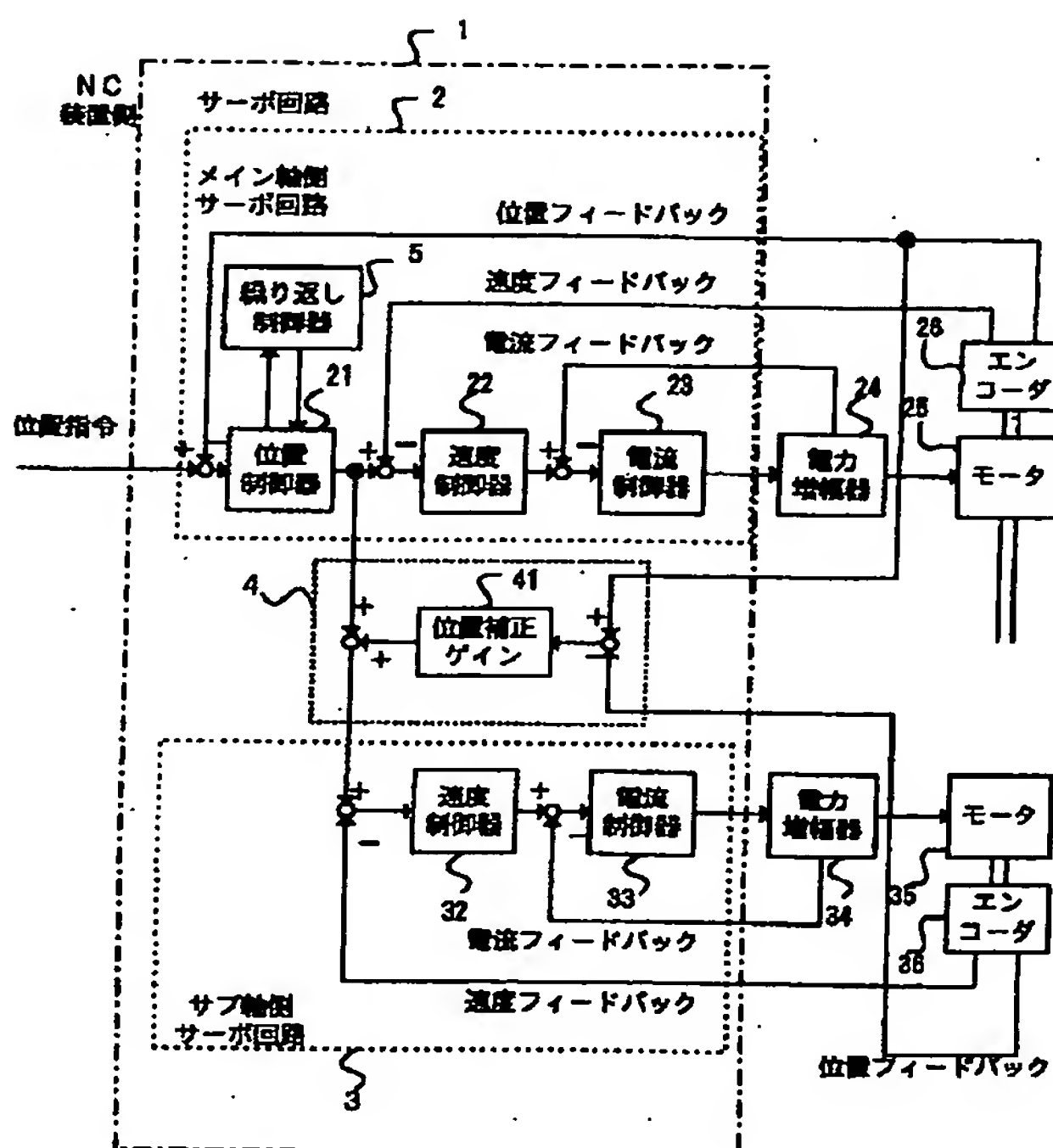
【図 4】



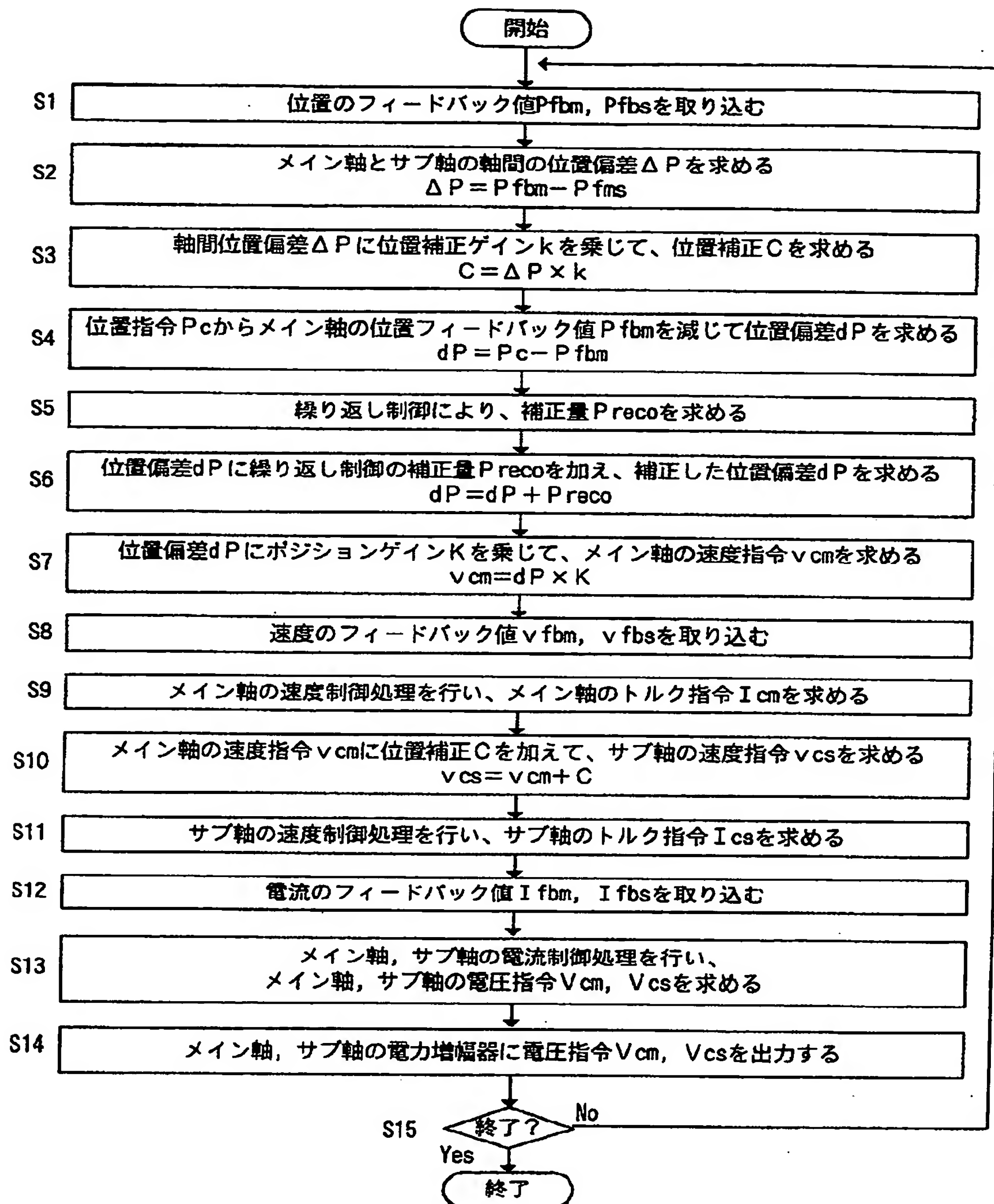
【図 9】



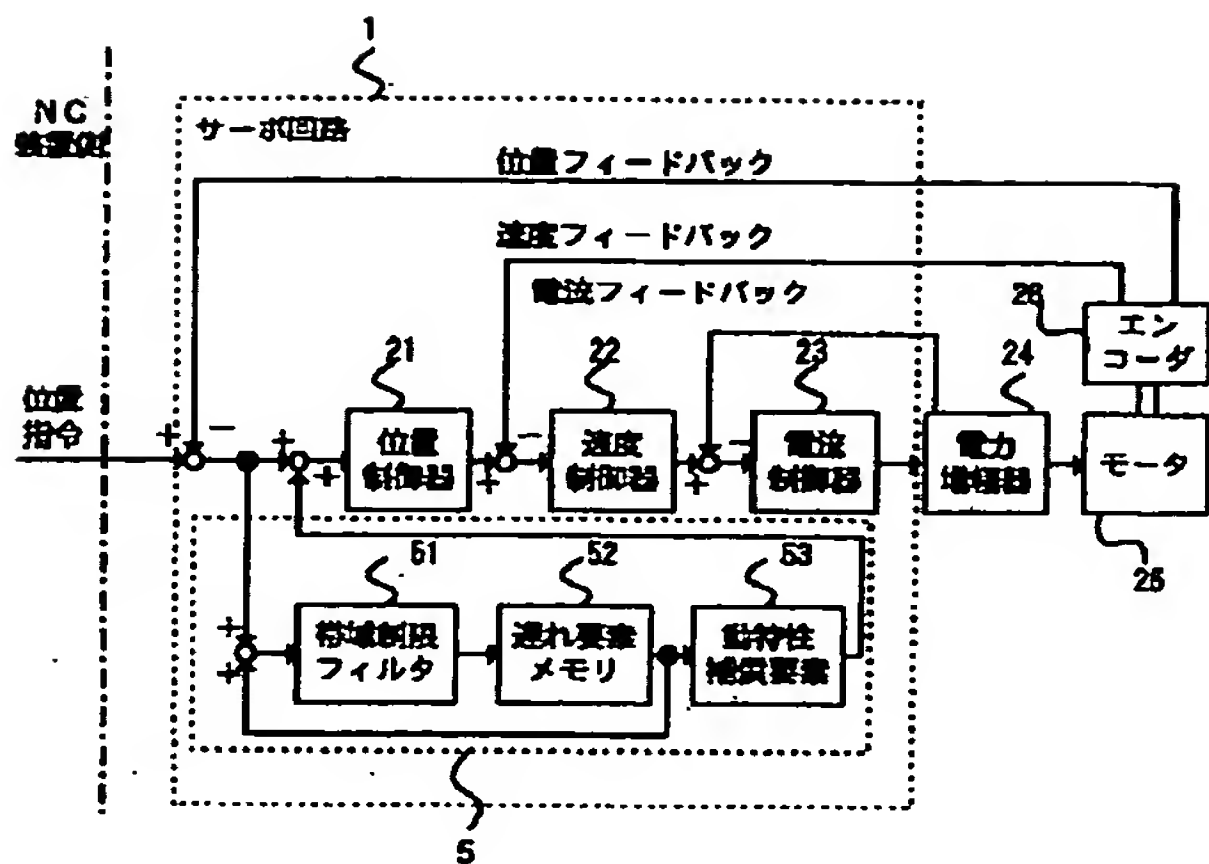
【図 5】



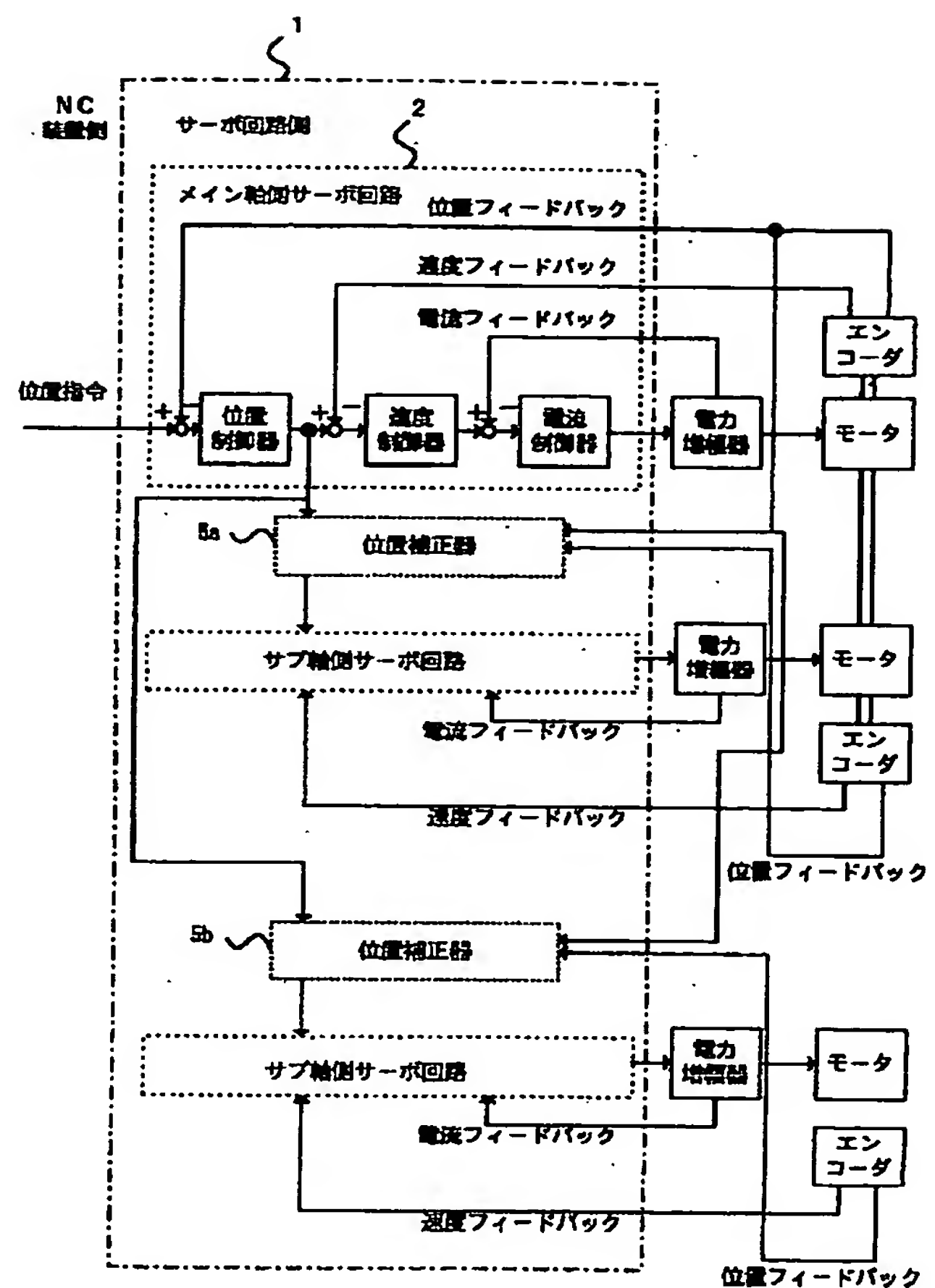
【図3】



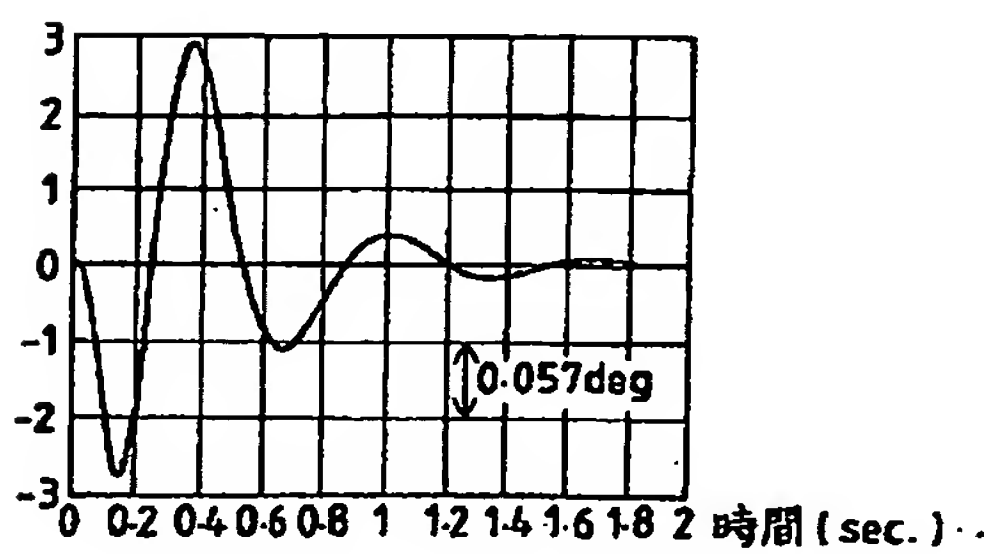
【図6】



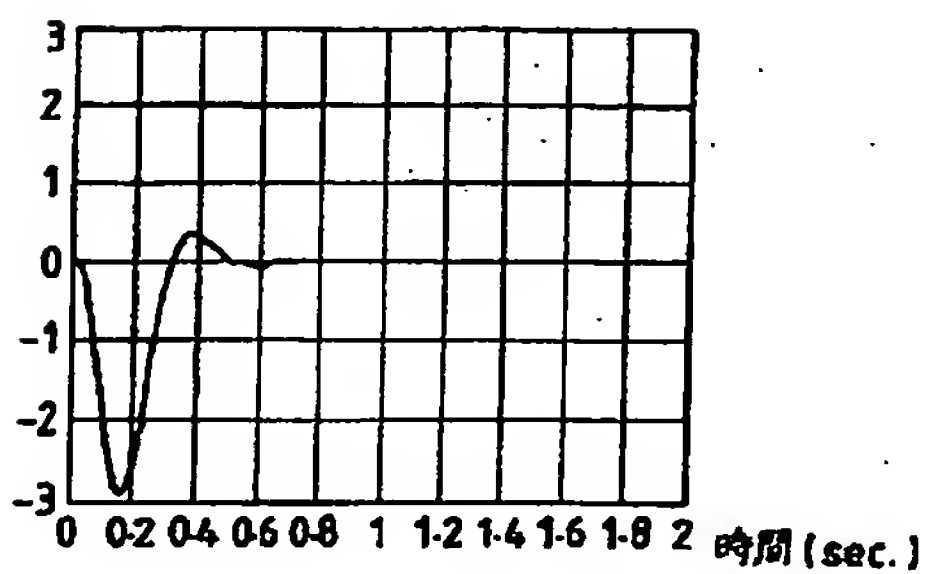
【図7】



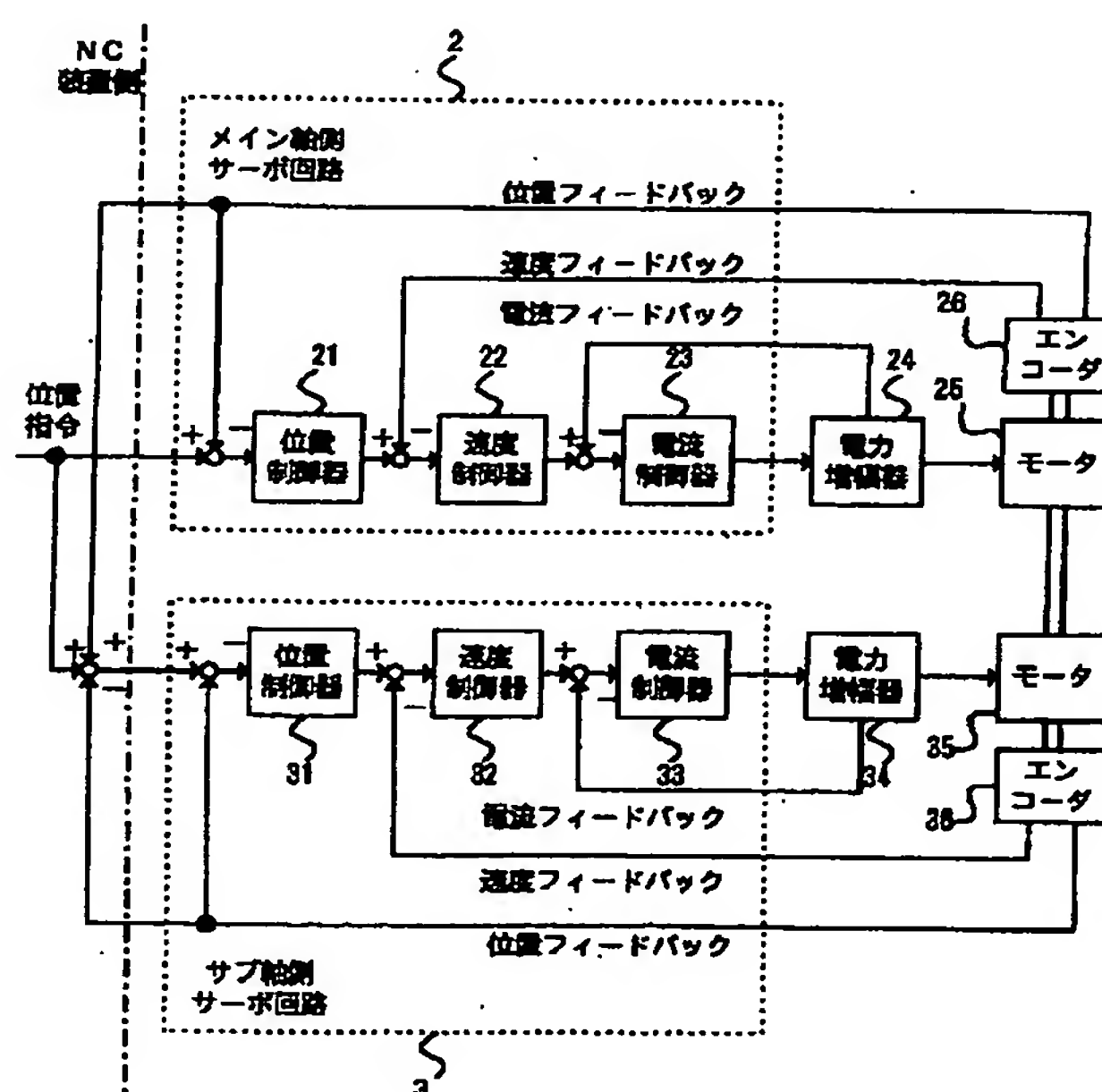
【図8】



【図10】



【図11】



【図 12】

